

ガス置換方法及び装置、並びに露光方法及び装置

発明の背景

発明の分野

本発明は、例えば、半導体素子製造における露光工程で用いられるガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置に関する。

背景技術

従来より、半導体素子や薄膜磁気ヘッドあるいは液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する場合に種々の露光装置が使用されているが、フォトマスクあるいはレチクル（以下、マスクという）に形成されたパターンの像を、表面にフォトレジスト等の感光剤を塗布された基板上に投影光学系を介して投影する露光装置が一般的に使用されている。近年、基板上のショット領域に投影されるパターンの形状の微細化に伴い、使用される露光用照明光（以下、「露光光」という）は短波長化される傾向にある。すなわち、これまで主流だった水銀ランプに代わって、KrFエキシマレーザー（248nm）、ArFエキシマレーザー（193nm）を用いた露光装置が実用化されつつある。また、さらなるパターンの形状の微細化を目指してF₂レーザー（157nm）を用いた露光装置の開発も進められている。

このような、約180nm以下の波長を有する真空紫外線を露光光として用いる場合、露光光の通過する空間である光路空間内に酸素分子、水分子、二酸化炭素分子などといった、かかる波長域の光に対し強い吸収特性を備える物質（以下、「吸光物質」という）が存在していると、露光光は減衰され十分な強度で基板上に到達できない。したがって、真空紫外線を用いた露光装置は、露光光の通過する光路空間の密閉性を高めて、外部からの吸光物質の流入を遮断する構造にするとともに、光路空間内に存在する吸光物質を低減する作業が施される。この吸光物質を低減する方法には、光路空間内を真空に引いて減圧し、その状態を維持する方法、真空に引いた後に露光光に対する吸収性の少ない特性を有する物質（例えば、ヘリウム、アルゴン、窒素などの不活性ガス）を充填する方法、真空引き

せずに前記のような不活性ガスを光路空間内に供給する方法、などが挙げられる。

ところで、マスクには、パターン面へのゴミ付着防止のために「ペリクル」と呼ばれる光透過性の薄膜が取り付けられているのが一般的である。したがって、上述のような真空紫外線を露光光として用いる場合、ペリクルとマスクとの間に形成される空間内の吸光物質も低減する必要がある。しかしながら、このペリクルは破損しやすく、この空間内の吸光物質を低減し不活性ガスを供給するといったガス置換を安定して行うことは困難である。

発明の要旨

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、ペリクル付きマスクの場合のように、薄膜と基板との間に形成される空間内のガスを効率良く安定して置換することができるガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成するために、本発明のガス置換方法は、薄膜を装着した基板を収容する密閉室内のガスを排気するに際し、排気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、密閉室内のガスの排気量を調整する。

本発明によれば、基板を密閉室内に収容してこの密閉室内のガスを排気することにより、薄膜と基板との間に形成される空間内のガス置換を行うが、薄膜の変位が所定範囲になるように密閉室内のガスの排気量を調整することにより、薄膜の破損を防ぎつつ安定したガス置換を行うことができる。

この場合、密閉室内のガスの排気量の調整は、薄膜の変位を計測し、この計測結果に基づいて行われるので、ガス置換に際し、薄膜の破損は確実に防止される。

このようなガス置換方法は、薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、前記密閉室に接続され、ガスを排気する排気装置と、前記薄膜に対応つけられ、前記薄膜の変位を計測する変位計測装置と、前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備えるガス置換装置によって実現することができる。

一方、密閉室内の圧力を計測し、この計測結果に基づいて、排気量を調整することもできる。この場合も、ガス置換に際し、薄膜の破損は確実に防止される。

このようなガス置換方法は、薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、前記密閉室に接続され、前記密閉室内のガスを排気する排気装置と、前記密閉室内に設けられ、前記密閉室内の圧力を計測する圧力計測装置と、前記圧力計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備えるガス置換装置によって行うことができる。

また、密閉室内に置換ガスを給気することにより、薄膜と基板との間に形成される空間に置換ガスを供給するが、この密閉室内へ置換ガスを給気するに際し、給気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、置換ガスの給気量又は排気量の少なくとも一方を調整することにより、薄膜の破損を防ぎつつ安定したガス置換を行うことができる。これは、前記ガス置換装置に密閉室に置換ガスを給気する給気装置を設け、制御系が、薄膜の変位が所定範囲になるように置換ガスの給気量と密閉室内のガスの排気量との少なくとも一方を調整することにより行われる。

また、本発明のガス置換方法は、基板と基板に装着される薄膜との間に形成される空間内のガスを置換するガス置換方法において、空間内のガスを排気するに際し、排気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、空間内のガスの排気量を調整する。

すなわち、基板と薄膜との間に形成される空間内のガスを直接置換してもよく、この場合、薄膜の変位が所定範囲になるように、空間内のガスの排気量を調整することにより、薄膜の破損を防止しつつ安定したガス置換を行うことができる。

このようなガス置換方法は、基板と基板に装着される薄膜との間に形成される空間内のガスを置換するガス置換装置において、空間内のガスを排気する排気装置と、薄膜の変位を計測する変位計測装置と、この計測結果に基づいて、変位が所定範囲になるように、ガスの排気量を調整する制御系とを備えるガス置換装置によって行うことができる。

また、空間内に直接置換ガスを供給することもでき、空間内に置換ガスを給気するに際し、給気に伴う薄膜の変位が所定範囲になるように、置換ガスの給気量又は排気量の少なくとも一方を調整することによって、安定したガス置換を実現することができる。これは、ガス置換装置に空間内に置換ガスを給気する給気装

置を設け、制御系が、薄膜の変位が所定範囲になるように、置換ガスの給気量又は空間内のガスの排気量の少なくとも一方を調整することにより行われる。

本発明の露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有する密閉室内に、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを收容し、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換し、該置換に伴い、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換し、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

本発明によれば、マスクを予備室内に收容してこの予備室内のガスを特定ガスに置換することにより保護部材とマスクとの間に形成される空間内のガスを特定ガスに置換するが、保護部材の変位が所定範囲になるように予備室内のガスの排気量を調整することにより、保護部材の破損を防ぎつつ、空間内のガス置換を安定して行うことができる。したがって、マスクは空間内の吸光物質を低減した状態で光路を含む空間に配置されるので、安定した露光処理が行われる。

このような露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを收容する密閉室と、前記密閉室に設けられ、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有する露光装置によって行うことができる。

また、本発明の露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有する密閉室内に、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを收容し、前記密閉室内で、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換し、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

すなわち、本発明の露光方法によれば、マスクを予備室内に收容してこの予備室内のガスを特定ガスに置換することにより保護部材とマスクとの間に形成され

るガスを特定ガスに置換するに際し、予備室内の圧力変化に基づいてガスの排気量を調整することも可能であり、この場合も、保護部材の破損を防ぎつつ、空間内のガス置換を安定して行うことができる。したがって、マスクは空間内の吸光物質を低減した状態で光路を含む空間に配置されるので、安定した露光処理が行われる。また、予備室内の圧力変化に基づいてガスの排気量を調整することも可能であり、この場合も、保護部材の破損を防ぎつつ、空間内のガス置換を安定して行うことができる。

このような露光方法は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、前記密閉室に設けられ、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、前記密閉室内に設けられ、該密閉室内の圧力を計測する圧力計測装置と、前記圧力計測装置に接続され、前記圧力計測装置の計測結果に基づいて、前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記ガス置換装置を制御する制御装置とを備える露光装置によって行うことができる。

さらに、本発明の露光装置は、露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、前記密閉室内に設けられ、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有していてもよい。

図面の簡単な説明

FIG. 1 は、本発明のガス置換装置を備えた露光装置の一実施例を示す構成図である。

FIG. 2 A および FIG. 2 B は、薄膜を装着した基板を説明するための図である。

FIG. 3 は、本発明のガス置換装置の第 1 実施例を説明するための図である。

FIG. 4 A および FIG. 4 B は、本発明のガス置換装置の第 2 実施例を説明するための図である。

FIG. 5 AおよびFIG. 5 Bは、本発明のガス置換装置の第3実施例を説明するための図である。

FIG. 6は、本発明のガス置換装置の第4実施例を説明するための図である。

FIG. 7は、FIG. 6のうちは管と通気孔との接続部分を説明するための図である。

FIG. 8は、半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

望ましい実施態様

以下、本発明の第1実施例に係るガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置を図面を参照しながら説明する。このうちFIG. 1は、本発明のガス置換装置を備えた露光装置1の概略構成図である。また、FIG. 2はペリクル（薄膜）PEを装着したマスク（基板）Mを説明するための図であり、FIG. 3は予備室7に設けられたガス置換装置を説明するための構成図である。

この露光装置1は、真空紫外域の露光用照明光（露光光）ELをマスクMに照明して、このマスクMのパターンの像を投影光学系3を介して基板（ウェーハ）W上に転写する。

FIG. 1～FIG. 3において、露光装置1は、光源21からの光束LBをマスクMに照明する照明光学系2と、この照明光学系2内に配置され開口Sの面積を調整して露光光ELによるマスクMの照明範囲を規定するブラインド部4と、マスクMを収容するマスク室5と、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板（ウェーハ）W上に投影する投影光学系3と、ウェーハWを収容するウェーハ室6と、マスク室5に隣接し、露光光ELの光路空間LSと異なる空間を有するマスクガス置換室（予備室）7と、ウェーハ室6に隣接するウェーハガス置換室10と、露光光ELの光路上の空間LSのガスを置換するためのガス置換装置（不図示）と、露光装置1の動作全体を制御する制御部（制御系）9とを備えている。さらに、マスクMの搬送系、及びウェーハWの搬送系を備えている。

光源21は、波長約120nm～約180nmの真空紫外線の露光光を照明光学系2に射出するものであって、例えば発振波長157nmのフッ素レーザー（F₂レーザー）、発振波長146nmのクリプトンダイマーレーザー（Kr₂レーザー）、発振波長126nmのアルゴンダイマーレーザー（Ar₂レーザー）などに

よって構成される。なお、光源21として、発振波長193nmのArFエキシマレーザー等を用いることが可能である。

照明光学系2は、光源21から射出し反射鏡22によって導かれた光束（レーザービーム）LBをほぼ均一な照度分布の露光光ELに変換するオプチカルインテグレータ24（ロッドレンズタイプまたはフライアイレンズであってもよい）と、この露光光ELの大部分（例えば97%）をレンズ系26を介してブラインド部4に導くとともに残りの部分（例えば3%）を光量モニター29に導くハーフミラー25と、ブラインド部4によって照明範囲を規定されレンズ系27を透過した露光光ELをマスクMに導く反射鏡28とを備えている。これら各光学部材及びブラインド部4は、密閉空間である照明系ハウジング20の内部に所定位置関係で配置されている。この場合、ブラインド部4はマスクMのパターン面と共役な面に配置されている。

光量モニター29は光電変換素子からなっており、ハーフミラー25によって導かれる露光光ELの一部分を光電変換し、この光電変換信号を制御部9に供給する。すなわち、制御部9はこの光量モニター29からの情報に基づいて光源21を駆動・停止させるようになっており、これによってウェーハWに対する露光量（露光光の照射量）が制御される。

ブラインド部4は、例えば、平面L字状に屈曲し露光光ELの光軸AXと直交する面内で組み合わせられることによって矩形状の開口Sを形成する一対のブレードと、これらブレードを制御部9の指示に基づいて光軸AXと直交する面内で移動させる移動装置とを備えている。このとき、開口Sの大きさはブレードの移動に伴って変化し、開口Sはオプチカルインテグレータ24から入射される露光光ELのうち、通過させた露光光ELのみをレンズ系27に送る。開口Sにより規定された露光光ELは、レンズ系27を介してマスク室5に配置されたマスクMの特定領域をほぼ均一な照度で照明する。

マスク室5は、マスクMを真空吸着によって保持するマスクホルダー51を備えている。このマスク室5は、照明系ハウジング20及び投影光学系3の投影系ハウジング30と隙間無く接合された隔壁50によって覆われている。また、隔壁50の側壁部にはマスクMを搬入・搬出するための開口部54が設けられてお

り、この開口部 5 4 には、制御部 9 の指示によって開閉する開閉扉 5 5 が設けられている。開閉扉 5 5 を閉じることによって、マスク室 5 は密閉される。

また、マスクホルダー 5 1 は、マスク M 上のパターンが形成された領域であるパターン領域に対応した開口を有し、不図示の駆動機構により X 方向、Y 方向、 θ 方向（Z 軸回りの回転方向）に微動可能となっており、これによって、パターン領域の中心が投影光学系 3 の光軸 A X を通るようにマスク M の位置決めが可能な構成となっている。このマスクホルダー 5 1 の駆動機構は、例えば 2 組のボイスコイルモータを用いて構成される。

マスク室 5 の隔壁 5 0 の天井部には、照明系ハウジング 2 0 の内部空間と、マスク M が配置されるマスク室 5 の内部空間とを分離する透過窓 5 6 が配置されている。この透過窓 5 6 は、照明光学系 2 からマスク M に照明される露光光 E L の光路上に配置されるため、真空紫外線である露光光 E L に対して透過性の高い蛍石等の結晶材料によって形成される。

投影光学系 3 は、開口 S によって規定された露光光 E L の照明範囲に存在するマスク M のパターンの像をウェーハ W に結像させ、ウェーハ W の特定領域（ショット領域）にパターンの像を露光する。この投影光学系 3 は、蛍石、フッ化リチウム等のフッ化物結晶からなるレンズや反射鏡などの複数の光学部材を投影系ハウジング 3 0 で密閉したものである。本実施例では、この投影光学系 3 として、投影倍率が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小光学系が用いられている。このため、マスク M に形成されたパターンは投影光学系 3 によりウェーハ W 上のショット領域に縮小投影され、ウェーハ W 上にはパターンの縮小像が転写形成される。

投影光学系 3 の各光学部材は、それぞれ保持部材を介して投影系ハウジング 3 0 に支持されている。各保持部材は、各光学部材の周縁部を保持するように円環状に設けられる。各光学部材及びマスク室 5 の隔壁 5 0 のそれぞれの間には、密閉された空間が形成されている。このとき、保持部材はガス溜まりを生じないように光軸 A X に対して傾斜されたり、各光学部材の表面と保持部材の表面とがほぼ一致するように構成される。したがって、各空間内部において、ガスは円滑に流れる。

ウェーハ室 6 は、ウェーハ W を真空吸着することによって保持するためのウェー

ーハホルダー61を備えている。このウェーハ室6は、投影系ハウジング30と隙間無く接合された隔壁60によって覆われている。また、隔壁60の側壁部にはウェーハWを搬入・搬出するための開口部64が設けられており、この開口部64には、制御部9の指示によって開閉する開閉扉65が設けられている。開閉扉65を閉じることによって、ウェーハ室6は密閉される。

ウェーハホルダー61は、ウェーハステージ62に支持されている。ウェーハステージ62は、互いに直交する方向へ移動可能な一対のブロックを重ね合わせたものであって、X-Y平面に沿った水平方向に移動可能となっている。あるいは、例えば磁気浮上型の2次元リニアモータ（平面モータ）等からなるウェーハ駆動系（図示略）によってベース66の上面に沿って且つ非接触でX-Y面内で自在に駆動される。すなわち、このウェーハステージ62に固定されたウェーハWは、X-Y平面に沿った水平方向に（投影光学系3の光軸AXに対して垂直な方向に）移動可能に支持されている。

また、ウェーハステージ62の位置はレーザ干渉計システムによって調整される。これを詳述すると、ウェーハ室6の隔壁60の-X側の側壁には光透過窓63が設けられている。これと同様に、隔壁60の+Y側（FIG. 1中における紙面奥側）の側壁にも光透過窓が設けられている。これらの光透過窓は、隔壁60に形成された窓部（開口部）にこの窓部を閉塞する光透過部材、ここでは一般的な光学ガラスを取り付けることによって構成されている。この場合、光透過窓63を構成する光透過部材の取り付け部分からのガス漏れが生じないように、取り付け部には、インジウムや銅等の金属シールや、フッ素系樹脂による封止（シーリング）が施されている。

ウェーハホルダー61の-X側の端部には、平面鏡からなるX移動鏡64XがY方向に延設されている。このX移動鏡64Xにほぼ垂直にウェーハ室6の外部に配置されたX軸レーザ干渉計65Xからの測長ビームが光透過窓63を介して投射され、その反射光が光透過窓63を介してX軸レーザ干渉計65X内部のディテクタによって受光され、X軸レーザ干渉計65X内部の参照鏡の位置を基準としてX移動鏡64Xの位置、すなわちウェーハWのX位置が検出される。

同様に、図示は省略されているが、ウェーハホルダー61の+Y側の端部には、

このとき、X、Y軸の各レーザー干渉計、すなわちレーザー光源やプリズム等の光学部材及びディテクタなどはウェーハ室6の外部に配置されているので、レーザー干渉計を構成するディテクタ等から仮に微量の吸光物質が発生しても、これが露光に対して悪影響を及ぼすことがない構成となっている。

すなわち、本実施例の露光装置 1 においては、制御部 9 によりウェーハ W 上の各ショット領域を露光位置に順次位置決めするようにウェーハステージ 6 2 を移動するショット間ステップング動作と、その位置決め状態で露光光 E L をマスク M に照明してマスク M に形成されたパターンの像をウェーハ W 上のショット領域に転写する露光動作とが繰り返し行われる。

照明光学系 2 の照明系ハウジング 20 とマスク室 5 と投影光学系 3 の投影系ハウジング 30 とウェーハ室 6 とのそれぞれに形成された内部空間 (密閉空間) は、外部とのガスの出入りを遮断され、且つ光源 21 から射出されウェーハ W に照射される露光光 E L の光路空間 L S となる。

予備室（マスクガス置換室）7は、マスク室5に隣接して設けられており、露光光E Lの光路空間L Sとは独立した異なる密閉空間を有している。このマスクガス置換室7は、マスク室5の隔壁5 0と隙間無く接合された隔壁7 0によって覆われている。隔壁7 0はマスク室5の隔壁5 0の開口部5 4側に設けられており、マスク室5とマスクガス置換室7とは開口部5 4を介して連通している。

一方、マスクガス置換室7の隔壁70のうち、マスク室5に接する側と反対側（+X側）の側壁には開口部74が形成されており、この開口部74には、制御部9の指示によって開閉する開閉扉75が設けられている。開閉扉55及び開閉

扉75を閉じることによって、マスクガス置換室7は密閉される。

マスクガス置換室7の内部には、開口部54を介してマスク室5に対してマスクMを搬入及び搬出するロボットアームからなる第1マスク搬送系としてのマスクローダ101が配置されている。さらに、開閉扉75の外部には、マスクライブラリMLに保管されているマスクMを開口部74を介してマスクガス置換室7に対して搬入及び搬出するロボットアームからなる第2マスク搬送系としてのマスク搬送機構102が設けられている。マスクライブラリMLは複数の棚を有しており、各段の棚にはマスクMを収納したマスクケース103が保管されている。マスクローダ101及びマスク搬送機構102は、制御部9に接続されており、制御部9の指示に基づいて動作する。

ウェーハ室6には、ウェーハガス置換室10が隣接して設けられている。このウェーハガス置換室10は、露光光ELの光路空間LSとは独立した異なる密閉空間を有しており、ウェーハ室6の隔壁60と隙間無く接合された隔壁100によって覆われている。隔壁100はウェーハ室6の隔壁60の開口部64側に設けられており、ウェーハ室6とウェーハガス置換室10とは開口部64を介して連通している。

一方、ウェーハガス置換室10の隔壁100のうち、ウェーハ室6に接する側と反対側（+X側）の側壁には開口部104が形成されており、この開口部104には、制御部9の指示によって開閉する開閉扉105が設けられている。開閉扉65及び開閉扉105を閉じることによって、ウェーハガス置換室10は密閉される。

ウェーハガス置換室10の内部には、開口部104を介してウェーハ室6に対してウェーハWを搬入及び搬出するロボットアームからなる第1基板搬送系としてのウェーハローダ111が配置されている。さらに、開閉扉105の外部には、ウェーハWを開口部104を介してウェーハガス置換室10に対して搬入及び搬出するロボットアームからなる第2基板搬送系としてのウェーハ搬送機構112が設けられている。ウェーハローダ111及びウェーハ搬送機構112は制御部9に接続されており、制御部9の指示に基づいて動作する。

マスクMは、FIG. 2 AおよびFIG. 2 Bに示すように、保護部材としてのペリク

ル（薄膜）PEを装着している。FIG. 2Aは、パターン面PAを上面としたマスクMの平面図であり、FIG. 2Bは、FIG. 2AのB-B断面図である。このペリクルPEは、マスクMのパターン面PAに、ペリクルフレーム（又はペリクルスタンド）と呼ばれる金枠PFを介して接着されている。ペリクルPEとしては、通常、ニトロセルロース等を主成分とする厚さが $1\sim 2\mu\text{m}$ 程度の透明な薄膜が用いられるが、波長 $120\text{nm}\sim 180\text{nm}$ の真空紫外線の露光光ELを良好に透過させるため、マスクM及びレンズ系と同材質の蛍石、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の結晶材料からなるフィルム状部材を用いても良い。さらに、このペリクル（薄膜）PEとしては、例えば $100\sim 300\mu\text{m}$ 程度の厚さを有する石英ガラス（フッ素ドープ石英等）であってもよい。

ペリクルPEとパターン面PAとの間には、FIG. 2Bに示されるように、所定量の気体が満たされる空間GSが形成されている。また、金枠PFには、気圧の変化に伴うペリクルPEの破損を防止するための、通気孔h（h1、h2、h3、h4）が形成されている。この通気孔hによって、例えば、航空機による輸送や天候の変化等によって気圧が低下し空間GS内の気体が膨張した際に、空間GSの密閉性を低下させることによってペリクルPEが破損するのを防止している。

ところで、真空紫外域の波長の光を露光光ELとする場合には、その光路空間LSから酸素、水蒸気、炭化水素系のガス等の、かかる波長帯域の光に対し強い吸収特性を有するガス（以下、「吸光物質」という）の濃度を低減する必要がある。このため、光路空間LSは、不図示のガス置換装置により、必要に応じて内部に存在する吸光物質の濃度を低減する作業を施される。すなわち、光路空間LSに存在する吸光物質は、真空紫外域の光に対する吸収性の少ない特性を有する窒素、ヘリウム、アルゴン、ネオン、クリプトン等のガス、またはそれらの混合ガス（以下、「低吸光物質」あるいは「特定ガス」という）に交換（置換）される。また、光路空間LS内の吸光物質の濃度を低減する方法として、上述した光路空間LS内のガスを特定ガスで置換する他に、光路空間LSを減圧することによっても実現することができ、ガス置換と同様の効果が得られる。

さらに、マスクMは、外部から光路空間LS内（マスク室5内）に搬入されてマスクホルダー51上にロードされた後、露光光が照射され、マスクMに形成さ

れたパターン^①の像がウェーハWの各ショット領域に転写された後に再び装置外に搬出される。このマスクMの搬入・搬出時にマスクMとともに外気（大気）がマスク室5内部に混入する場合がある。このとき、外気は酸素等の吸光物質を含んでいるため、露光光ELを著しく吸収してしまい、許容できない透過率低下や透過率変動を招くことになる。

したがって、マスク室5へのマスクMの搬入に先だって、マスク室5に隣接するマスクガス置換室7にマスクMを一時的に収容し、不図示のガス置換装置によってこのマスク室5及びマスクガス置換室7内の吸光物質の濃度を低減させた後、マスクガス置換室7からマスクMをマスク室5に搬入することにより、マスク室5への外気の混入を防いでいる。

同様に、ウェーハ室6へのウェーハWの搬入に先だって、ウェーハ室6に隣接するウェーハガス置換室10にウェーハWを一時的に収容し、不図示のガス置換装置によってこのウェーハ室6及びウェーハガス置換室10内の吸光物質の濃度を低減させた後、ウェーハガス置換室10からウェーハWをウェーハ室6に搬入することにより、ウェーハ室6への外気の混入を防いでいる。

ガス置換装置は、前記各室内のガスを排気する排気装置と、前記各室内に特定ガス（置換ガス）を給気する給気装置とを備えている。これら排気装置及び給気装置の給気量及び排気量は制御部 9 の指示に基づいて調整される。

なお、各室20、5、30、6、7、10に接続された特定ガスの給気管路、及び各室内のガス（吸光物質または吸光物質と特定ガスの混合ガス）の排気管路中にエアフィルタ及びケミカルフィルタを設け、各室内のガスを循環させてもよい。この場合、循環されるガス中に含まれる有機物質（この有機物質は各室を構成する材質や、各室内に存在する配線などから発生するアウトガスを含むものである）はほとんど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環しても、露光に対して悪影響をほとんど及ぼさない。

マスクガス置換室（予備室）７に接続されるガス置換装置８について、FIG. 3を参照しながらさらに詳しく説明する。

マスクガス置換室7は、前述したように、マスクMの搬入及び搬出時においてマスク室5への大気の混入を防止するために設けられている。さらに、このマス

クガス置換室7内において、ペリクルPEを装着したマスクMをマスク室5、すなわち光路空間LS内への搬入に先立ち、ペリクルPEとマスクMとの間に形成される空間GS内の吸光物質の濃度を低減することにより、光路空間LS内への大気の混入あるいは、空間GS内における露光光の吸収をさらに防止することができる。

この場合、マスクガス置換室7内のガスを特定ガスに置換することにより、ペリクルPEとマスクMとの間に形成される空間GS内のガス(ここで言うガスは、クリーンルーム内の空気、あるいは大気を示す)を金枠PFに設けられ、かつ空間GSに連通する通気孔hから特定ガスに置換する。このとき、マスクガス置換室7内のガス置換する際に行われる排気及び給気動作によって、マスクガス置換室7内部には圧力変化が生じ、この圧力変化によって、ペリクルPEは変位する。

マスクガス置換室7に接続されるガス置換装置8は、ペリクルPEを装着したマスクMを収容するマスクガス置換室7内のガスを排気する排気装置80と、排気に伴うペリクルPEの変位を計測する変位計測装置85と、この変位計測装置85の計測結果に基づいて、ペリクルPEの変位が所定範囲になるように、マスクガス置換室7内のガスの排気量を調整する制御部9とを備えている。排気装置80は、マスクガス置換室7内に連通する排気管路と、この排気管路を介してマスクガス置換室7内部のガスを排気する排気ポンプVP1と、排気管路の途中に設けられた排気弁84とを備えている。

さらに、このガス置換装置8は、マスクガス置換室7に特定ガスを給気する給気装置81を備え、制御部9は、ペリクルPEの変位が所定範囲になるように、給気装置81による給気量を調整する。給気装置81は、マスクガス置換室7内に連通する給気管路と、給気管路の途中に設けられた給気弁83とを備えている。

変位計測装置85は、ペリクルPEの変位を計測するものであって、マスクガス置換室7の隔壁70に設置されている。この変位計測装置85にはレーザー変位センサを始めとする種々の変位センサを用いることができる。例えば、レーザー変位センサを用いる場合、変位計測装置85からの投光光はペリクルPEで反射し、ディテクタに受光される。なお、変位計測装置85をマスクガス置換室7の隔壁70の内側に設置することも可能である。変位計測装置85からの出力信

号は、制御部 9 に送られる。

変位計測装置 8 5 はペリクル P E の中央領域（すなわち、金枠 P F に取付けられた周辺領域から離れた領域であって、該周辺領域に対して、変位量が大きい領域）を計測対象としている。

制御部 9 には、ペリクル P E の変位に関する情報を記憶した記憶装置 8 6 A が接続されている。この情報とは、ペリクル P E が破損しない程度の変位に関するデータである。すなわち、記憶装置 8 6 A には、ペリクル P E が破損しない変位の範囲（所定範囲）が予め記憶されている。この所定範囲内においては、ペリクル P E は破損しないように設定されている。このペリクル P E の変位の所定範囲は、予め実験によって求めることができる。

制御部 9 は、変位計測装置 8 5 による計測結果と、記憶装置 8 6 A に記憶されている変位に関する情報とを比較し、ペリクル P E の変位が所定範囲になるように、排気弁 8 4 の開閉及び排気ポンプ V P 1 の作動・停止、給気弁 8 3 の開閉及び給気ポンプ P 5 の作動・停止を行う。

このような構成を持つガス置換装置 8 を備えた露光装置 1 を用いて、ペリクル P E が金枠 P F を介して装着されたマスク M に露光光 E L を照射してマスク M のパターンの像をウェーハ W 上に転写する露光方法について説明する。

本実施例における露光方法は、露光工程に先立ち、光路空間 L S 内の吸光物質をガス置換装置により低減する工程と、光路空間 L S 内に大気の混入を防止するために設けられたマスクガス置換室 7 及びウェーハガス置換室 1 0 に外部からマスク M 及びウェーハ W をそれぞれ搬入する工程と、マスク M 及びウェーハ W をそれぞれ収容したマスクガス置換室 7 及びウェーハガス置換室 1 0 内の吸光物質を低減する工程と、このマスクガス置換室 7 及びウェーハガス置換室 1 0 からマスク室 5 及びウェーハ室 6 にマスク M 及びウェーハ W をそれぞれ搬入する工程と、このマスク M のパターンの像をウェーハ W 上に転写する露光工程と、露光工程を終えたマスク M 又はウェーハ W を露光装置 1 外に搬出する工程とを備えている。

まず、制御部 9 は、各室内のガスを排気する排気装置と、各室内に特定ガスを給気する給気装置とを制御し、光路空間 L S 内の吸光物質を低減する。すなわち、照明系ハウジング 2 0、マスク室 5、投影系ハウジング 3 0、ウェーハ室 6 のそ

それぞれの内部の吸光物質を低減する。この際、給気装置から供給する特定ガスの量は、各室内の気圧が、大気圧より僅かに高く、具体的には、大気圧に対し1～10%程度高くなるように制御される。このように、各室内の気圧を大気圧に対し1～10%程度高くすることにより、外気の混入（リーク）を防止できる。

上述のような方法と同様な方法で、マスク室5、投影系ハウジング30、ウェーハ室6の各室の吸光物質の低減を行う。

次に、マスクMが露光装置1に搬入される際の動作について説明する。

まず、制御部9は、マスクケース103中に収納され、マスクライブラリMLに保管されているマスクMを、マスク搬送機構102によってマスクライブラリML内のマスクケース103から取り出す。マスク搬送機構102は、制御部9の指示に基づき、マスクMをマスクガス置換室7に向けて搬送する。制御部9は、マスクMを保持するマスク搬送機構102がマスクガス置換室7に対して所定距離内に近づいた時点で、開閉扉75を開放する。このとき、マスクガス置換室7とマスク室5との境界である開口部54は、開閉扉55によって閉鎖されている。

次に、制御部9は、マスクMを保持したマスク搬送機構102を開口部74を介してマスクガス置換室7内に侵入させ、マスクMをマスク搬送機構102からマスクローダ101に渡す。

上記のマスク搬送機構102のマスクガス置換室7内への侵入に際し、外側の開閉扉75が開放されて外気がマスクガス置換室7内に流入するが、内側の開閉扉55は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸光物質がマスク室5（光路空間LS）内に混入することはない。

マスクMがマスクローダ101に渡された後、制御部9はマスク搬送機構102を開口部74を介してマスクガス置換室7の外部に退避させ、開閉扉75を閉じる。

開閉扉75を閉じることにより、マスクガス置換室7は密閉された空間となる。すなわち、ペリクルPEを装着したマスクMは、密閉室であるマスクガス置換室7に收容される状態となる。制御部9は、排気装置80により、このペリクルPEを装着したマスクMを收容するマスクガス置換室7内のガスを排気する。すなわち、制御部9は、排気弁84を開くとともに、排気ポンプVP1を作動し、マ

マスクガス置換室 7 内の減圧を開始する。

マスクガス置換室 7 内のガスの排気による減圧に伴い、ペリクル P E とマスク M との間に形成される空間 G S 内のガスが、金枠 P F の複数の通気孔 h (FIG. 3 では 1 つのみ図示) から排気される。このとき、通気孔 h の径は小さいため、空間 G S 内のガスが外部 (マスクガス置換室 7 内部) に排出される量は少ない。すなわち、空間 G S 内のガスの排気量と排気装置 8 0 によるマスクガス置換室 7 内のガスの排気量とが異なるので、マスクガス置換室 7 内の圧力 P_{r1} と空間 G S 内の圧力 P_{r2} との間には差が生じる。

この圧力差によって、ペリクル P E は変位する。ペリクル P E の変位は変位計測装置 8 5 によって計測される。変位計測装置 8 5 の出力は制御部 9 に送られ、制御部 9 は、このペリクル P E の変位が所定範囲になるように、排気装置 8 0 を制御してマスクガス置換室 7 内のガスの排気量を調整する。すなわち、制御部 9 は、変位計測装置 8 5 の計測結果と、記憶装置 8 6 A に記憶されているペリクル P E の変位に関する情報 (所定範囲) とを比較し、ペリクル P E の変位が所定範囲以上にならないように排気弁 8 4 の開閉及び排気ポンプ V P 1 の出力の調整を行う。

この場合、制御部 9 は、ペリクル P E の変位が所定範囲より小さい場合には、排気装置 8 0 に、マスクガス置換室 7 内のガスの排気量を多くするよう指示する。一方、ペリクル P E の変位が所定範囲より大きい又は大きくなる直前である場合には、ガスの排気量を小さくするよう指示する。

制御部 9 は、変位計測装置 8 5 によってペリクル P E の変位を計測しつつ、マスクガス置換室 7 内部に設けられた圧力センサの出力をモニタしながら、マスクガス置換室 7 内が、例えば 0.1 Pa 程度まで減圧された時点で、排気弁 8 4 を閉じるとともに排気ポンプ V P 1 を停止する。

次いで、制御部 9 は、給気装置 8 1 により、減圧されたマスクガス置換室 7 内に特定ガスを給気する。すなわち、制御部 9 は、給気弁 8 3 を開放するとともに、給気ポンプ P 5 を作動する。これにより、ガス供給装置 8 2 からマスクガス置換室 7 内への低吸光物質 (特定ガス) の供給が開始される。

マスクガス置換室 7 内への特定ガスの給気に伴い、ペリクル P E とマスク M と

の間に形成される空間GS内には、この空間GSに連通する通気孔hから特定ガスが給気される。このとき、通気孔hの径は小さいため、空間GS内に外部（マスクガス置換室7内部）から特定ガスが流入する。すなわち、空間GS内への特定ガスの給気量と給気装置81によるマスクガス置換室7内のガスの給気量とが異なるので、マスクガス置換室7内の圧力 P_{r1} と空間GS内の圧力 P_{r2} との間には差が生じる。

この圧力差によって、ペリクルPEは変位する。ペリクルPEの変位は変位計測装置85によって計測される。変位計測装置85の出力は制御部9に送られ、制御部9は、このペリクルPEの変位が所定範囲になるように、給気装置81を制御してマスクガス置換室7内への特定ガスの給気量を調整する。すなわち、制御部9は、変位計測装置85の計測結果と、記憶装置86Aに記憶されているペリクルPEの変位に関する情報（所定範囲）とを比較し、ペリクルPEの変位が所定範囲以上にならないように、給気弁83の開閉及び給気ポンプP5の出力の調整を行う。

この場合、制御部9は、ペリクルPEの変位が所定範囲より小さい場合には、給気装置81に、マスクガス置換室7内への特定ガスの給気量を多くするよう指示する。一方、ペリクルPEの変位が所定範囲より大きい又は大きくなる直前である場合には、ガスの給気量を小さくするよう指示する。

この特定ガスの供給開始後、制御部9は、マスクガス置換室7内部に設けられた圧力センサの出力に基づいて、内圧が大気圧より僅かに高くなった時点で給気弁83を閉じるとともに、給気ポンプP5を停止する。こうして、ペリクルPEとマスクMとの間に形成された空間GS内及びマスクガス置換室7内のガスは、特定ガスに置換される。

マスクガス置換室7内のガスを特定ガスに置換した後、制御部9は開閉扉55を開放し、マスクローダ101によりマスクMをマスク室5内部のマスクホルダー51上に搬入して、マスクMのロードを行う。マスクローダ101を開口部54を介してマスクガス置換室7内に戻し、開閉扉55を閉じる。

ウェーハWを露光装置1内に搬送する動作について説明する。

制御部9は、不図示の基板プリアライメント装置によって露光装置外部から搬

送されたウェーハWのプリアライメント（位置決め）を行う。次いで、制御部9は、ウェーハ搬送機構112によってプリアライメントが終了したウェーハWをウェーハガス置換室10に搬送する。制御部9は、ウェーハWを保持するウェーハ搬送機構112がウェーハガス置換室10に対して所定距離内に近づいた時点で、開閉扉105を開放する。このとき、ウェーハガス置換室10とウェーハ室6との境界である開口部64は、開閉扉65によって閉鎖されている。

次に、制御部9は、ウェーハWを保持したウェーハ搬送機構112を開口部104を介してウェーハガス置換室10内に侵入させ、ウェーハWをウェーハ搬送機構112からウェーハローダ111に渡す。

上記のウェーハ搬送機構112のウェーハガス置換室10内への侵入に際し、外側の開閉扉105が開放されて外気がウェーハガス置換室10内に流入するが、内側の開閉扉65は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸光物質がウェーハ室6（光路空間LS）内に混入することはない。

ウェーハWがウェーハローダ111に渡された後、制御部9はウェーハ搬送機構112を開口部104を介してウェーハガス置換室10の外部に退避させ、開閉扉105を閉じる。

次に、制御部9は排気弁114を開くとともに、不図示の排気ポンプを作動し、ウェーハガス置換室10内の減圧を開始する。制御部9は、ウェーハガス置換室10内部に設けられた圧力センサの出力をモニタしながらウェーハガス置換室10内が例えば0.1Pa程度まで減圧された時点で、排気弁114を閉じるとともに排気ポンプを停止する。

上記の減圧により、ウェーハガス置換室10内から酸素等の吸光物質が除去される。なお、この場合、ウェーハガス置換室10内が減圧されるため、仮に外部からウェーハガス置換室10内にウェーハWを搬入した時点で、そのウェーハWの表面又は裏面に水が吸着していたとしても、そのほとんどは上記の減圧によってウェーハWから除去されるので、ウェーハWに吸着した水によってウェーハ室6が汚染されるという事態の発生を未然に防ぐことができる。これにより、ウェーハWの表面に吸着した水の層が露光光を強烈に吸収し、かつ分解されることにより、必要な露光光が増大し、結果的に真の露光量が不安定になるという事態の

その後、制御部 9 は、開閉扉 6 5 を開放し、ウェーハローダ 1 1 1 によりウェーハ W をウェーハ室 6 内のウェーハホルダー 6 1 上に搬入して、ウェーハ W のロードを行う。ウェーハローダ 1 1 1 を開口部 6 4 を介してウェーハガス置換室 1 0 内に戻し、開閉扉 6 5 を閉じる。

ウェーハWに対する露光処理を終えたら、制御部9は、露光処理済みのウェーハWを露光装置1外へ搬出するために、開閉扉65を開け、ウェーハローダ111を開口部64を介してウェーハ室6内に移動する。制御部9は、ウェーハローダ111によりウェーハWをウェーハホルダー61からアンロードし、ウェーハWを保持したウェーハローダ111を開口部64を介してウェーハガス置換室10内に戻し、開閉扉65を閉じる。

その後、ウェーハ搬送機構 112 によってウェーハ W が外部搬送機構に渡され、この外部搬送機構によって露光装置 1 外へ搬送される。

本実施例では、照明光学系 2 の照明系ハウジング 20、マスク室 5、投影光学系 3 の投影系ハウジング 30、ウェハ室のそれぞれに形成された内部空間だけで

なく、ペリクルP EとマスクMに形成されたパターン面との間の空間も特定ガスで満たすようにしている。そのため、ペリクルP Eを装着したマスクMを密閉室であるマスクガス置換室7内に收容し、このマスクガス置換室7内において、ペリクルP EとマスクMとの間に形成される空間G Sのガスを特定ガスに置換している。したがって、光源2 1からウェーハWまでの露光光の光路空間L Sには吸光物質が混入しない。マスクガス置換室7内において空間G Sのガスを特定ガスに置換する際、まず、マスクガス置換室7内のガスを排気することにより空間G S内のガスを排気するが、ペリクルP Eの変位が所定範囲になるようにマスクガス置換室7内のガスの排気量を調整することにより、ペリクルP Eの破損を防ぎつつ安定したガスの排気を行うことができる。同様に、空間G S内への特定ガスの給気の際も、ペリクルP Eの変位が所定範囲になるようにマスクガス置換室7内への特定ガスの給気量が調整されるので、ペリクルP Eの破損を防止しつつ、安定したガス置換が行える。

この場合、マスクガス置換室7内に対するガスの排気量及び給気量の調整は、ペリクルP Eの変位を計測し、この計測結果に基づいて行われるので、ペリクルP Eの破損は確実に防止される。ペリクルP Eの変位が所定範囲以下である場合にはガスの排気量又は給気量を多くし、所定範囲以上である場合にはガスの排気量又は給気量を少なくするといった制御が可能となるので、空間G S内のガス置換に要する時間を短縮することができ、効率の良い安定したガス置換を行うことができる。

なお、ペリクルP Eの変位を計測しつつこの変位が所定範囲になるように、マスクガス置換室7内のガスの排気とマスクガス置換室7内への特定ガスの給気とを同時に行うことももちろん可能である。すなわち、制御部9は、変位計測装置8 5によるペリクルP Eの変位を計測しながら、この変位が所定範囲におさまるように、排気装置8 0と給気装置8 1とを同時に制御しつつ作動することができる。

次に、本発明のガス置換方法及びガス置換装置を備えた露光装置の第2実施例についてFIG. 4 AおよびFIG. 4 Bを参照しながら説明する。前述した第1実施例と同一もしくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともに、その

説明を簡略もしくは省略する。

FIG. 4 Aにおいて、ペリクルPEを金枠PFを介して装着したマスクMを収容するマスクガス置換室（予備室）7には、マスクガス置換室7内のガスを排気する排気装置80と、このマスクガス置換室7内の圧力を計測する圧力センサ（圧力計測装置）87と、マスクガス置換室7に特定ガスを給気する給気装置81とが設けられている。また、圧力センサ87には制御部9が接続しており、圧力センサ87からの出力信号は制御部9に送られる。制御部9は、圧力センサ87の計測結果に基づいて、排気装置80を制御するように設けられている。

さらに、制御部9には、マスクガス置換室7内の圧力変化とマスクガス置換室7内に収容されるマスクMに装着されたペリクルPEの変位との関係を予め記憶した記憶装置86Bが接続されている。具体的には、記憶装置86Bは、マスクガス置換室7内のガスの排気に伴う圧力変化によってペリクルPEが破損しない程度の排気速度に関するデータを記憶している。

FIG. 4 Bを参照しながら説明すると、単純に排気ポンプVP1と排気バルブ84とを開けた場合には、曲線L1で示されるように、排気開始直後にはマスクガス置換室7内の圧力は急激に低下するため、マスクガス置換室7内の圧力Pr1と空間GS内の圧力Pr2との圧力差が大きくなり、ペリクルPEが破損する恐れがある。一方、排気が進むにつれて排気速度は小さくなり排気に要する時間が長くなる。

なお、FIG. 4 Bに示すグラフにおいて、縦軸はマスクガス置換室7内および空間GSの圧力を、横軸は排気時間を示しており、排気時間0の時、空間GSおよびマスクガス置換室7内の圧力は、大気圧（または1気圧）P0となる。

詳述すると、空間GSのガスを置換するに際し、はじめにマスクガス置換室7内を、例えば0.1Pa程度まで減圧し、続いて特定ガスを満たす方法とすることによって効率の良いガス置換が行えるが、マスクガス置換室7内を減圧する場合、単純に排気ポンプVP1を駆動するとともに排気弁84を開けた場合には、有効排気速度（単位時間当たりの排気するガスの体積とそのときの圧力との積）Sは、排気ポンプの排気速度Spと排気管路のコンダクタンスCとによって、以下のように表すことができる。

$$S = (S_p + C) / S_p \cdot C \quad (1)$$

$$C = k P \cdot d^4 / L \quad (2)$$

k : 排気系の特性によるパラメータ

d : 排気管路の径

L : 排気管路の長さ

P : 排気管路の平均圧力

なお、この場合、通気孔を介した空間GSからのガスの排気量Qは、以下のよう
に表すことができる。

$$Q = S (P_{r2} - P_{r1}) \quad (3)$$

式(1)、(2)より、マスクガス置換室7内のガスを排気する際、排気開始直
後における排気速度は大きく、排気が進みマスクガス置換室7内の圧力が低下す
るにしたがって排気速度は小さくなる。すなわち、排気が進むにつれてマスクガ
ス置換室7内は減圧しにくくなる。したがって、例えば大口径の排気管路を用い
て排気を行えば時間の短縮にはなるが、排気開始直後にペリクルPEが破損する
恐れがある。一方、排気管路を小口径にすればペリクルPEの破損は防止される
が、排気に要する時間が長くなり、作業効率が低くなる。

そのため、排気開始直後にはペリクルPEが破損しない程度に排気速度を低く
し、排気が進むにつれて排気速度が大きくなるように排気装置80を駆動するこ
とにより、効率の良い排気が行える。したがって、記憶装置86Bには、曲線L
2で表されるように、理想的な排気速度（排気時間と圧力変化との関係）に関す
る情報が記憶されている。

この曲線L2の傾きは、ペリクルPEが破損せず、且つ排気時間を短縮できる
ように求められた値であって、予め、実験等によって求められる。制御部9は、
圧力センサ87の出力信号を検出しつつ、この理想曲線L2（データテーブル）
を参照し、圧力センサ87の出力信号と理想曲線L2との差がほぼ無くなる、あ
るいは所定の範囲内におさまるように、排気装置80を制御し、排気量の調整を
行う。すなわち、排気開始直後の排気速度を低くし、排気が進んだ段階で排気速
度を高くする等の制御を行う。このように、ペリクルPEの破損を防止しつつ排
気に要する時間を短縮することができる。

なお、上記各実施例においては、マスクガス置換室 7 のガスを例えば 0.1 Pa 程度まで排気した後、特定ガスを大気圧より僅かに高くなるまで給気するとい

う構成であるが、1回のガス置換において、給気と排気とを複数回に設定して行ってもよい。すなわち、例えば、排気によってマスクガス置換室7を100Paまで排気した後、特定ガスと給気して一旦、大気圧程度まで圧力を上昇させ、この状態から再び排気を行い、特定ガスを給気するといった方法を採用することも可能である。この場合、排気及び給気の制御が容易に行えるとともに、処理時間はさらに短縮される。すなわち、圧力が高い状態における排気（例えば100Pa程度から10Pa程度までの排気）は容易に短時間で行えるが、圧力が低い状態における排気（例えば1Pa程度から0.1Pa程度までの排気）は、制御が困難であるとともに、排気に時間を要する。したがって、目標の吸光物質濃度を得るために、排気及び給気動作を複数回に分割して行うことにより、効率の良いガス置換が行える。

次に、本発明のガス置換方法及びガス置換装置を備えた露光装置の第3実施例についてFIG. 5AおよびFIG. 5Bを参照しながら説明する。前述した第1、第2実施例と同一もしくは同等の構成部分については、同一の符号を用い、その説明を簡略もしくは省略する。

FIG. 5Aにおいて、ペリクルPEを装着したマスクMを收容するマスクガス置換室（予備室）7には、マスクガス置換室7内のガスを排気する排気装置80と、このマスクガス置換室7内の圧力を計測する圧力センサ（圧力計測装置）87と、マスクガス置換室7に特定ガスを給気する給気装置81とが設けられている。また、圧力センサ87には制御部9が接続しており、圧力センサ87からの出力信号は制御部9に送られる。制御部9は、圧力センサ87の計測結果に基づいて、給気装置81を制御するように設けられている。

さらに、制御部9には、マスクガス置換室7内の圧力変化とマスクガス置換室7内に收容されるマスクMに装着されたペリクルPEの変位との関係を予め記憶した記憶装置86Cが接続されている。

具体的には、記憶装置86Cは、FIG. 5Bに示すような、マスクガス置換室7内のガス置換に伴う圧力変化によってペリクルPEが破損しない程度の給気及び排気速度に関するデータ（理想曲線）L3を記憶している。

なお、FIG. 5Bに示すグラフにおいて、縦軸はマスクガス置換室7、空間GS

の圧力を、横軸は排気時間を示しており、排気時間0の時、空間GS、マスクガス置換室7内の圧力は、大気圧（または1気圧） P_0 となる。

このような構成を持つガス置換装置の動作について説明する。

本実施例においては、排気装置80はマスクガス置換室7内のガスを、排気弁84及び排気ポンプVP1を単純に開けた状態で排気し、一方、給気装置81がマスクガス置換室7内の圧力を理想曲線L3に沿うように特定ガスを供給する。

すなわち、マスクガス置換室7内のガスの排気を行いつつ、室内の圧力が理想曲線L3に沿うように、マスクガス置換室7への特定ガスの給気を行う。この場合、制御部9は、圧力センサ87の計測結果と理想曲線L3とを比較し、これらの差がほぼ無くなるあるいは所定の範囲内におさまるように、給気装置81による特定ガスの給気量の調整を行う。

この場合、もちろん、排気装置80の排気量を同時に調整することも可能である。すなわち、マスクガス置換室7へ特定ガスを給気するに際し、給気に伴うペリクルPEの変位が所定範囲になるように、特定ガスの給気量又はマスクガス置換室7内のガスの排気量の少なくとも一方を調整することも可能である。

上述のように、マスクガス置換室7内のガスの排気と特定ガスの給気とを同時に行いつつ、マスクガス置換室7内の圧力が所定値（例えば、 0.1 Pa ）まで達したら、制御部9は、排気装置80を停止する。次いで、制御部9は、圧力センサ87によってマスクガス置換室7内の圧力を計測しつつ、理想曲線L3に沿うように、給気装置81による特定ガスの給気を行う。マスクガス置換室7の圧力が、例えば大気圧より僅かに高くなったら、制御部9は給気装置81を停止する。

このように、マスクガス置換室7内のガス置換を行うに際し、特定ガスを給気しつつ、室内のガスの排気を行うことにより、より短時間のうちに、マスクガス置換室7内を目標の吸光物質濃度にすることができる。

この場合においても、マスクガス置換室7内の圧力を所定値まで減圧し、一旦、特定ガスを給気することによって大気圧程度まで上昇させ、この状態から再び排気を行い、特定ガスを給気するといった、ガス置換動作を複数回に分割する方法を採用することが可能である。このように、目標の吸光物質濃度を得るために、

ガスの排気と給気とを同時に行うとともにガス置換動作を複数回に分割して行うことにより、効率の良いガス置換が行える。換言すれば、同じ処理時間もしくは処理回数であっても、ガスの排気と給気とを同時に行うことにより、より純度の高いガス置換を行うことができる。

なお、本実施例においても、マスクガス置換室 7 内の圧力 P_{r1} をモニターしながら理想曲線 $L3$ を参照しつつ排気量の調整を行う、いわゆるフィードバック制御を採用する他に、給気装置 81 による給気量を理想曲線 $L3$ に沿うように予め設定しておいた状態で給気装置 81 を駆動する、いわゆるオープンループ制御とすることができる。

次に、本発明のガス置換方法及びガス置換装置を備えた露光装置の第 4 実施例について FIG. 6、FIG. 7 を参照しながら説明する。前述した各実施例と同一もしくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともに、その説明を簡略もしくは省略する。

上述した各実施例におけるガス置換は、マスク M とペリクル PE との間に形成される空間 GS のガス置換を密閉室内に配置し、密閉室内のガスを置換することによって、通気孔 h を介して空間 GS のガスを特定ガスにガス置換を行うが、本実施例におけるガス置換方法は、空間 GS のガスを直接置換する。

本実施例に関わるガス置換装置 89 は、FIG. 6、FIG. 7 に示すように、マスク M とペリクル PE との間に形成される空間 GS 内のガスを排気する排気装置 90 と、空間 GS 内に特定ガスを給気する給気装置 92 と、ペリクル PE の変位を計測する変位計測装置 91 と、変位計測装置 91 の計測結果に基づいて、ペリクル PE の変位が所定範囲になるように、ガスの給気量又は排気量の少なくとも一方を調整する制御部 9 とを備えている。

すなわち、排気装置 90 は、金枠 PF に設けられ空間 GS に連通する通気孔 h に装着される排気管 93 と、この排気管 93 に設けられた排気弁 93a と、排気ポンプ 95 とを備えている。一方、給気装置 92 は、空間 GS に連通する通気孔 h に装着される給気管 94 と、この給気管 94 に設けられた給気弁 94a と、不図示の特定ガス供給源 96 とを備えている。これら排気管 93 及び給気管 94 にもパーティクルを除去するエアフィルタと、吸光物質を除去するケミカルフィル

タとが設けられている。

制御部 9 には、ペリクル P E の変位に関する情報を記憶した記憶装置 8 6 D が接続されている。この情報とは、ペリクル P E が破損しない程度の変位に関するデータである。すなわち、記憶装置 8 6 D には、ペリクル P E が破損しない変位の範囲（所定範囲）が予め記録されている。この所定範囲内においては、ペリクル P E は破損しないように設定されている。このペリクル P E の変位の所定範囲は、予め実験によって求めることができる。

制御部 9 は、変位計測装置 9 1 による計測結果と、記憶装置 8 6 D に記憶されている変位に関する情報とを比較し、ペリクル P E の変位が所定範囲になるように、排気弁 9 3 a の開閉及び排気ポンプ 9 5 の作動・停止、給気弁 9 4 a の開閉及び給気ポンプ 9 6 の作動・停止を行う。

FIG. 7 に示すように、排気装置 9 0 と金枠 P F に設けられた通気孔 h との接続部分のうち、金枠 P F の空間 G S 側の側壁には、開閉蓋 9 7 が設けられている。この開閉蓋 9 7 は、ばね 9 8、9 9 等により常時金枠 P F の側壁に向けて付勢されている。このため、開閉蓋 9 7 に対して外部から何らの力も作用しない状態では、この開閉蓋 9 7 は金枠 P F の側壁に密着して通気孔 5 3 を気密性良く閉鎖している。

金枠 P F の外側には支持板 2 0 0 が設けられており、支持板 2 0 0 の外面には、この支持板 2 0 0 の板面にほぼ垂直にガイド部材 2 0 1 が設けられている。このガイド部材 2 0 1 を往復移動する可動部材 2 0 2 が排気装置 9 0 の排気管 9 3 の先端部に一体的に固定されている。また、排気管 9 3 の先端部は、支持板 2 0 0 に形成された開口部内に常時挿入されている。

したがって、可動部材 2 0 2 を、FIG. 7 における左側に駆動することにより、排気管 9 3 の先端部の最先端部が金枠 P F の通気孔 h に挿入される。これにより、開閉蓋 9 7 は内部（空間 G S 側）に開き、FIG. 7 に示される状態となる。排気管 9 3 の最先端部近傍の周囲には、シール材 2 0 4 が設けられており、これにより排気管 9 3 の先端部を通気孔 h に挿入した状態で、外気が空間 G S 内部に侵入することを防止している。

一方、給気装置 9 2 の給気管 9 4 と金枠 P F の通気孔 h との接続も、上記のよ

このような構成を持つガス置換装置 8 9 によって、空間 G S 内のガス置換を行う場合には、はじめに、空間 G S 内のガスを、排気装置 9 0 によって所定の圧力になるまで排気する。このとき、制御部 9 は、変位計測装置 9 1 によるペリクル P E の変位の計測結果に基づいて、ペリクル P E の変位が所定範囲内におさまるように排気装置 9 0 の制御を行い、排気量の調整を行う。例えば、ペリクル P E の変位が所定範囲を越えそうである場合には排気量を低減し、変位が所定範囲以下である場合には、排気量を上昇させる。

次いで、制御部 9 は、給気装置 9 2 によって空間 G S 内に特定ガスを給気する。
このとき、制御部 9 は、変位計測装置 9 1 によるペリクル P E の変位の計測結果に基づいて、ペリクル P E の変位が所定範囲内におさまるように給気装置 9 2 の制御を行い、給気量の調整を行う。

空間G S内のガスが特定ガスに置換されたら、制御部9はこのマスクMをマスクローダにより光路空間L S内のマスク室5に搬送する。なお、この空間G S内のガス置換は、例えばマスクガス置換室7をはじめとする光路空間L Sとは異なる任意の空間において行うことができる。あるいは、ガス置換が施される前のペリクルP Eを備えたマスクMを光路空間L Sに配置し、この光路空間L S内においてガス置換を行うこともできる。

また、本実施例における空間G Sのガス置換は、空間G S内のガスを排気した後に特定ガスを給気する方法であるが、例えば、空間G S内のガスの排気と空間G Sへの特定ガスの給気とを、ペリクルP Eが所定範囲になるように制御しつつ同時に行うこともできる。

また、上述したガス置換方法は、変位計測装置 9 1 の計測結果に基づいてガスの排気量又は給気量の少なくともいずれか一方を調整するが、ペリクル P E が破損しない程度のガスの排気量、給気量を予め求めておき、この求めておいた値に基づいてガス置換を行う、いわゆるオープンループ制御によってガス置換を行うこともできる。この場合、ガス置換装置は、変位計測装置 9 1 や記憶装置 8 6 D を省いた構成となる。

また、本実施例においても、排気を給気とを複数回に分けて行うことができる。

本実施例において、排気管 93 の途中に、不純物センサ（例えば、酸素濃度センサ）を配置しておくことによって、空間 GS 内のガス置換の状態を監視することも可能である。

また、第 2、第 3 実施例において、ペリクル PE の変位を計測する変位計測装置を設けて、ペリクル PE の変位状態を監視してもよい。

なお、各実施例においては、照明系ハウジング 20、マスク室 5、投影系ハウジン 30、ウェーハ室 6、マスクガス置換室 7、ウェーハガス置換室 10 の全てに同一種類の特定ガスを供給しているが、これはガスの種類を同一にすることにより、一種類のガス（混合ガスを含む）を用意すれば足りるからである。しかしながら、これに限らず、各部に供給する特定ガスとして異なる種類のガスを用いることは可能である。但し、特定ガスとして窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン等の単一ガスを用いる場合には、少なくともマスク室 5 とマスクガス置換室 7 とに供給するガスどうし、ウェーハ室 6 とウェーハガス置換室 10 とに供給するガスどうしは、同一のガスを用いることが望ましい。これは、ガスの混合を避けるためである。

また、各実施例においては、マスクガス置換室 7 は、マスク室 5 に隣接する構成としているが、必ずしも隣接されていなくてよい。例えば、マスクライブラリ内に予備室（マスクガス置換室）を設けるとともに、ライブラリから光路空間 LS までの搬送途中を特定ガスで満たしておく構成とすることも可能である。同様に、ウェーハガス置換室 10 とウェーハ室 6 とを必ずしも隣接させる必要はない。

マスクガス置換室 7 を 2 つ設け、一方をマスク M の搬入専用、他方をマスク M の搬出専用として、上述した各実施例のマスク室 5 からマスク M を搬出する動作とマスク室 5 にマスク M を搬入する動作とを並行して行うようにしてもよい。この場合、搬出専用のマスクガス置換室 7 は、搬出に先立ってガス置換を完了しておく必要があるが、マスク M のマスク室 5 への搬入の終了を待つことなく、マスクガス置換室 7 から外部にマスク M を搬出できるので、マスク M の交換時間を短縮することができる。同様に、ウェーハガス置換室 10 を 2 つ設けることにより、ウェーハ W の交換時間を短縮することができる。

また、各実施例において、マスクガス置換室としての機能をマスク室 5 に持た

せてもよい。その場合は、マスク室5内のガスを特定ガスに置換するに伴い、空間GSのガス置換も同時に行うことができる。

各実施例において、マスク室5の隔壁50、ウェーハ室6の隔壁60、マスクガス置換室7の隔壁70、ウェーハガス置換室10の隔壁100、照明光学系2の照明系ハウジング20、投影光学系3の投影系ハウジング30、特定ガスの供給配管等は、研磨などの処理によって、表面粗さが低減されたステンレス（SUS）等の材質を用いているので、脱ガスの発生が抑制されている。

なお、マスク室5は、隔壁50による第1のハウジングによって形成され、ウェーハ室6は、隔壁60による第2のハウジングによって形成され、マスクガス置換室7は、隔壁70による第3のハウジングによって形成され、ウェーハガス置換室10は、隔壁100による第4のハウジングによって形成される。

また、金枠PFに形成される孔の数は、空間GS内に特定ガスを供給するための少なくとも一つと、空間GSからガスを排気するための少なくとも一つとを備えていればよい。但し、その数は、一つに限定されず、複数であってもよい。

さらに、各実施例において、金枠PFを構成する材料は、金属材料に限定されず、硝材であってもよい。この硝材は、例えば、蛍石、フッ化リチウムなどのフッ化物結晶、フッ素を添加したフッ素ドーブ石英であってもよい。また、投影光学系を構成する光学部材と同様の材質であってもよい。

本発明に係るウェーハWとしては、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウェーハのみならず、半導体デバイス用の半導体ウェーハや、液晶表示デバイス用のガラスプレートであってもよい。

露光装置1としては、マスクMとウェーハWとを静止した状態でマスクMのパターンを露光し、ウェーハWを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の露光装置（ステッパー）に限らず、マスクMとウェーハWとを同期移動してマスクMのパターンをウェーハWに露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニング・ステッパー）にも適用できる。

露光装置1の種類としては、上記半導体製造用のみならず、液晶表示デバイス製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはマスクMなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

また、照明光学系2の光源21として、水銀ランプから発生する輝線（g線（436nm）、h線（404.7nm）、i線（365nm））、KrFエキシマレーザ（248nm）、ArFエキシマレーザ（193nm）、F₂レーザ（157nm）のみならず、X線や電子線などの荷電粒子線などを用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には、電子銃として熱電子放射型のランタンヘキサボライト（LaB₆）、タンタル（Ta）を用いることができる。また、YAGレーザや半導体レーザなどの高周波などを用いてもよい。

投影光学系3の倍率は、縮小系のみならず、等倍系および拡大系のいずれでもよい。

また、投影光学系3としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F₂レーザやX線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし（レチクルも反射型タイプのものを用いる）、また、電子線を用いる場合には光学系として電子レンズおよび偏向器からなる電子光学系を用いればよい。なお、電子線が通過する光路は真空状態にする。

ウェーハステージやマスクホルダーにリニアモータを用いる場合には、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。

また、ウェーハステージ、マスクホルダーは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

ステージの駆動装置として平面モータを用いる場合、磁石ユニット（永久磁石）と電機子ユニットのいずれか一方をステージに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットの他方をステージの移動面側（ベース）に設ければよい。

ウェーハステージの移動により発生する反力は、特開平8-166475号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

マスクステージの移動により発生する反力は、特開平8-330224号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がして

以上のように、本願実施例の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程が設けられる。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

半導体デバイスは、FIG. 8に示すように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ301、この設計ステップに基づいたマスクを製作するステップ302、デバイスの基材となる基板（ウェーハ、ガラスプレート）を製造するステップ303、前述した実施例の露光装置によりマスクのパターンを基板（ウェーハ）に露光する基板処理ステップ304、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）305、検査ステップ306等を経て製造される。

1. ガス置換方法において、

2. 請求項1のガス置換方法であって、

3. 請求項1のガス置換方法であって、

4. 請求項1のガス置換方法であって、

5. ガス置換方法において、

6. 請求項5のガス置換方法であって、

7. ガス置換方法であって、

基板と該基板に装着される薄膜との間に形成される空間内のガスを特定ガスに置換するに際し、前記薄膜の変位を検出する。

8. 請求項7のガス置換方法であって、

前記薄膜の変位に基づいて、前記空間内から排気されるガスの量を調整する。

9. 請求項8のガス置換方法であって、

前記薄膜の変位に基づいて、前記空間内に供給される前記特定ガスの量を調整する。

10. ガス置換装置において、

薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、

前記密閉室に接続され、ガスを排気する排気装置と、

前記薄膜に対応つけられ、前記薄膜の変位を計測する変位計測装置と、

前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備える。

11. 請求項10のガス置換装置であって、

前記密閉室に接続され、前記密閉室に置換ガスを給気する給気装置を備え、

前記制御系は、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記置換ガスの給気量と前記密閉室内のガスの排気量との少なくとも一方を調整する。

12. ガス置換装置において、

薄膜を装着した基板を収容する密閉室と、

前記密閉室に接続され、前記密閉室内のガスを排気する排気装置と、

前記密閉室内に設けられ、前記密閉室内の圧力を計測する圧力計測装置と、

前記圧力計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備える。

13. 請求項12のガス置換装置であって、

前記密閉室に接続され、前記密閉室に置換ガスを給気する給気装置を備え、

前記制御系は、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記置換ガスの給気量と前記密閉室内のガスの排気量との少なくとも一方を調整する。

14. ガス置換装置であって、

基板と該基板に装着される薄膜との間に形成される空間に接続され、該空間内のガスを排気する排気装置と、

前記薄膜に対応付けて設けられ、前記薄膜の変位を計測する変位計測装置と、

前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する制御系とを備える。

15. 請求項14のガス置換装置であって、

前記空間に接続され、前記空間内に置換ガスを給気する給気装置を備え、

前記制御系は、前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記置換ガスの給気量又は前記排気量の少なくとも一方を調整する。

16. ガス置換装置であって、

基板と該基板に装着される薄膜との間に形成される空間に接続され、該空間内のガスを特定ガスに置換するガス置換装置と、

前記薄膜に対応付けられ、前記薄膜の変位を検出する変位計測装置とを備える。

17. 請求項16のガス置換装置であって、

前記ガス置換装置は、前記変位計測装置の計測結果に基づいて、前記空間内から排気されるガスの量を調整する。

18. 請求項17のガス置換装置であって、

前記ガス置換装置は、前記変位計測装置の計測結果に基づいて、前記空間内に供給される前記特定ガスの量を調整する。

前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

前記密閉室内のガスを前記特定ガスに置換する際に、前記密閉室内のガスの排気に伴う前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記ガスの排気量を調整する。

前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記密閉室内のガスの排気量を調整する。

前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記密閉室内に前記特定ガスを供給する。

前記密閉室内のガスを前記特定ガスに置換する際に、前記密閉室のガスの排気に伴う該密閉室内の圧力変化に基づいて、前記密閉室内のガスの排気量を調整する。

24. 露光方法であって、

露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有する密閉室内に、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容し、

前記密閉室内で、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換し、

前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換した後に、前記マスクに露光光を照射して、該マスクのパターンの像を基板上に転写する。

25. 請求項24の露光方法において、

前記フレームに形成された複数の孔を介して、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記特定ガスに置換する。

26. 露光装置であって、

露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、

前記密閉室に設けられ、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、

前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有する。

27. 請求項26の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記密閉室内のガスを排気する排気装置と、前記変位計測装置に接続され、前記計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記排気装置による前記密閉室のガスの排気を制御する制御装置とを有する。

28. 請求項27の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記密閉室内に前記特定ガスを供給する供給装置を備え、

前記制御装置は、前記変位が所定範囲になるように、前記供給装置による前記

密閉室への前記特定ガスの供給を制御する。

29. 露光装置であって、

露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、

前記密閉室に設けられ、前記密閉室内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、

前記密閉室内に設けられ、該密閉室内の圧力を計測する圧力計測装置と、

前記圧力計測装置に接続され、前記圧力計測装置の計測結果に基づいて、前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記ガス置換装置を制御する制御装置とを有する。

30. 請求項29の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記密閉室内のガスを排気する排気装置を有し、

前記制御装置は、前記保護部材の変位が所定範囲になるように、前記排気装置による前記密閉室のガスの排気を制御する制御装置とを有する。

31. 請求項30の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記密閉室内に前記特定ガスを供給する供給装置を備え、

前記制御装置は、前記変位が所定範囲になるように、前記供給装置による前記密閉室への前記特定ガスの供給を制御する。

32. 露光装置であって、

露光光の光路を含む空間と、該空間に隣接する空間との少なくとも一方を有し、フレームを介して保護部材が装着されたマスクを収容する密閉室と、

前記密閉室内に設けられ、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを前記露光光の吸収が少ない特定ガスに置換するガス置換装置と、

前記保護部材に対応つけられ、前記保護部材の変位を検出する変位計測装置とを有する。

33. 請求項32の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記露光光の光路を含む空間に隣接する空間内に配置される。

34. 請求項33の露光装置であって、

前記ガス置換装置は、前記フレームに接続され、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内のガスを排気する排気装置と、前記フレームに接続され、前記保護部材と前記マスクとの間に形成される空間内に前記特定ガスを供給する供給装置とを備える。

35. 請求項34の露光装置であって、

前記変位計測装置に接続され、前記変位が所定範囲になるように、前記供給装置による前記密閉室への前記特定ガスの供給、又は前記排気装置による前記密閉室からの前記ガスの排気の少なくとも一方を制御する制御装置を有する。

要約書

本発明の露光装置は、ペリクルが装着されたマスクを収容する予備室と、予備室のガスを排気する排気装置と、ペリクルの変位を計測する変位計測装置と、予備室内のガスの排気量を調整する制御部とを備えている。予備室内のガスを排気することにより空間のガス置換を行う際、制御部は、変位計測装置の計測結果に基づいてペリクルの変位が所定範囲になるように予備室内のガスの排気量を調整することにより、ペリクルの破損を防ぎつつ安定したガス置換を行うことができる。